

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 13 891.9

**Anmeldetag:** 27. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** EPCOS AG, 81669 München/DE

**Bezeichnung:** Elektrisches Vielschichtbauelement

**IPC:** H 01 G, H 01 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Ebert

## Elektrisches Vielschichtbauelement

## Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein elektrisches Vielschichtbauelement dessen Grundkörper aus übereinandergestapelten Dielektrikumschichten aufgebaut ist, zwischen denen Elektrodenflächen angeordnet sind.
- 10 Derartige Vielschichtbauelemente können je nach Beschaffenheit der Dielektrikumsschichten und der Elektroden-schichten als Kondensatoren, Varistoren oder temperaturabhängige Widerstände (Thermistoren) eingesetzt werden. Der Grundkörper von Varistoren ist häufig aus einer Mischung verschiedener Metal-
- 15 loxide, zum Beispiel auf der Basis von Zinkoxid hergestellt. Varistoren weisen eine nicht-lineare spannungsabhängige Widerstandsänderung auf, die zum Schutz eines elektrischen Schaltkreises vor Überspannung benutzt wird. Der Widerstandswert von Varistoren sinkt dabei mit steigender anliegender
- 20 Spannung. Vielschichtbauelemente, die als Kondensatoren ausgebildet sind können Rauschen bei hohen wie bei niedrigen Spannungen absorbieren.
- Aus der Druckschrift DE 199 31 056 A1 ist ein Vielschichtvaristor bekannt, bei dem zur Senkung des Widerstandes nicht überlappende Innenelektroden im Inneren des Grundkörpers angeordnet sind. Die Innenelektroden werden dabei auf den beiden Stirnseiten des Bauelements von großflächigen Kontaktschichten kontaktiert, die eine SMD-Montierung des Bauelements erlauben. Der Nachteil dieses herkömmlichen Bauelements besteht darin, daß aufgrund der großflächigen Kontaktschichten parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten aufgebaut werden, die eine genaue Einstellung der elektrischen Charakteristika des Bauelements schwierig macht. Weiterhin benötigt ein
- 30 derartiges Bauelement aufgrund der großen Kontaktschichten entsprechend viel Platz bei der Montage auf zum Beispiel Platinen. Weiterhin sind vor allem auch Module in dieser Bauwei-
- 35

se, in die mehrere dieser Bauelemente integriert sind, besonders groß und weisen damit eine besonders niedrige Integrationsdichte auf.

- 5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein elektrisches Vielschichtbauelement mit hoher Integrationsdichte anzugeben, das zum einen deutlich reduzierte parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten aufweist und zum anderen eine besonders einfache und platzsparende Montage auf zum Beispiel einer Platine  
10 erlaubt.

- 15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein elektrisches Vielschichtbauelement nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Vielschichtbauelements sind Gegenstand von Unteransprüchen.

- 20 Die Erfindung beschreibt ein elektrisches Vielschichtbauelement, dessen Funktion ausgewählt ist aus Kondensator, temperaturabhängigen Widerstand und Varistor. Das Vielschichtbauelement weist einen aus übereinandergestapelten Dielektrikumsschichten aufgebauten Grundkörper auf, wobei im Grundkörper mehrere mit Abstand zwischen den Dielektrikumsschichten angeordnete elektrisch leitende Elektrodenflächen angeordnet sind, in denen Elektroden ausgebildet sind. Weiterhin sind  
30 zumindest zwei Lotkugeln (Bumps) zur elektrischen Kontaktierung des Bauelements auf der Oberfläche des Grundkörpers angeordnet, wobei eine Lotkugel jeweils über im Grundkörper angeordnete Durchkontaktierungen elektrisch leitend mit zumindest einer Elektrode verbunden ist, so daß ein erster und ein  
35 zweiter Elektrodenstapel ausgebildet ist. Elektrodenstapel im Sinne der Erfindung können dabei nicht nur mehrere Elektroden, sondern im Grenzfall auch nur eine Elektrode umfassen. Die elektrisch leitenden Durchkontaktierungen, die die Elektroden mit den Lotkugeln verbinden werden auch als Vias bezeichnet. Aufgrund der besonderen Kontaktierung der Elektroden ist es besonders einfach möglich mehrere passive Bauelemente, Varistoren, Thermistoren oder Kondensatoren in ein er-

findungsgemäßes elektrisches Vielschichtbauelement zu integrieren.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen elektrischen Bauelements gegenüber herkömmlichen Bauelementen, die beispielsweise in SMD-Bauweise ausgeführt sind, besteht darin, daß aufgrund der Lotkugeln, die zur elektrischen Kontaktierung der im Grundkörper angeordneten Elektroden dienen, eine wesentlich einfachere Kontaktierung des Bauelements im Vergleich zu herkömmlichen Bauelementen möglich ist. Die Lotkugeln beanspruchen in der Regel wesentlich weniger Platz auf der Oberfläche des Grundkörpers als großflächige Kontaktschichten, die bei herkömmlichen SMD-Kontaktierungen verwendet werden. Aufgrund der geringen Größe der Lotkugeln werden darüber hinaus die parasitären Kapazitäten und Induktivitäten im erfindungsgemäßen Bauelement erheblich reduziert. Aufgrund der geringen Größe der Lotkugeln und der Durchkontaktierungen ist es weiterhin möglich eine Vielzahl von Einzelbauelementen mit hoher Integrationsdichte in dem elektrischen Vielschichtbauelement zu integrieren, so daß besonders einfach Vielschichtbauelementmodule mit mehreren passiven Bauelementen aufgebaut werden können.

Ein Elektrodenstapel eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements kann mehrere, in unterschiedlichen Elektrodenflächen angeordnete Elektroden umfassen, wobei diese Elektroden mittels der im Grundkörper angeordneten Durchkontaktierungen untereinander elektrisch leitend verbunden sind (siehe z.B. Figur 2B).

30

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements stehen sich die zumindest zwei Elektrodenstapel im Grundkörper gegenüber, wobei zwischen den beiden Elektrodenstäben ein Bereich des Grundkörpers vorhanden ist, der keine Elektrodenschichten aufweist. Dies bedeutet, daß die Elektroden des ersten und zweiten Elektrodenstapels nicht miteinander überlappen. Eine derartige Ausgestal-

35

tung der Elektroden im Grundkörper ist besonders vorteilhaft dazu geeignet, den Widerstand des Bauelements je nach genauer Ausführung der Elektroden zu variieren.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die Elektroden im Grundkörper überlappend angeordnet. Wenn Elektroden von dem unterschiedlichen ersten und zweiten Elektrodenstapel überlappen, kann im Überlappungsbereich der Elektroden von unterschiedlichen Elektrodenstapeln besonders einfach ein Kondensatoreffekt erzielt werden, wenn sie mit unterschiedlichen Potentialen beaufschlagt werden.

10 Weiterhin ist es möglich, zusätzliche, elektrisch leitende Elektroden im Grundkörper anzuordnen, die keine der Lotkugeln und keinen der Elektrodenstapel kontaktieren. Auf diese Weise können zwei getrennte überlappende Elektrodenstrukturen intern seriell verschaltet werden. Derart ausgestaltete Elektroden, vor allen Dingen wenn sie mit Elektroden des ersten oder zweiten Elektrodenstapels überlappen, sorgen für eine größere Gleichförmigkeit der elektrischen Charakteristika eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements. Mittels dieser Elektroden lassen sich also erfindungsgemäße Vielschichtbauelemente herstellen, die ein besonders homogenes elektrisches Verhalten zeigen.

15 Vorteilhafterweise kann weiterhin ein dritter Elektrodenstapel, der zumindest eine zusätzlich vorhandene elektrisch leitende Elektrode umfaßt, im Grundkörper vorhanden sein und über Durchkontaktierungen elektrisch leitend mit einer dritten Lotkugel auf der Oberfläche des Grundkörpers verbunden sein. Die Elektrode des dritten Elektrodenstapels kann dann mit einer Elektrode des ersten und des zweiten Elektrodenstapels überlappen. Eine derartige Ausführungsform erlaubt die interne Verschaltung von mehreren passiven Bauelementen. Dadurch reduziert sich besonders vorteilhaft der Verschaltungs- und Verdrahtungsaufwand, wenn das Vielschichtbauelement auf einer Platine montiert wird, wobei auch Platz auf der Platine



eingespart wird. Der dritte Elektrodenstapel kann dabei z.B. als gemeinsame Massekontaktierung dienen.

5 In einer Ausführung der Erfindung überlappen die Elektroden des ersten und zweiten Elektrodenstapels nicht, wobei diese Elektroden dann vorteilhafterweise in erster Linie zur Variation des Widerstandes des Vielschichtbauelements dienen. Diese Ausführung kann weiterhin vorteilhaft für den Aufbau von Bauelementen mit sehr kleinen Kapazitäten sein.

10

In einer weiteren Ausführungsform können der erste, zweite und dritte Elektrodenstapel jeweils eine Elektrode umfassen. Dabei überlappt dann nur die Elektrode des dritten Elektrodenstapels mit den Elektroden des ersten und zweiten Elektrodenstapels. Die Elektroden des ersten und zweiten Elektrodenstapels überlappen dabei nicht. Diese Ausführungsform erlaubt besonders einfach die Integration von Vielschichtkondensatoren im erfindungsgemäßen Vielschichtbauelement, wobei im Falle einer Verschaltung die Elektrode des dritten Elektrodenstapels jeweils das gleiche Potential hat und die Elektroden des zweiten und dritten Elektrodenstapels davon unterschiedliche Potentiale aufweisen können. Dabei können abgesehen vom zweiten und ersten Elektrodenstapel mit jeweils einer Elektrode noch weitere Elektrodenstapel mit jeweils einer Elektrode vorhanden sein, die mit der Elektrode des dritten Elektrodenstapels überlappen (siehe zum Beispiel Figur 9).

15

20

5

In einer weiteren, vorteilhaften Variante sind die Überlappungsflächen zwischen den Elektroden der unterschiedlichen Elektrodenstapel unterschiedlich groß. Wie bereits oben genannt kommt aufgrund der Überlappung von Elektroden unterschiedlicher Elektrodenstapel, die im Falle einer Verschaltung unterschiedliches Potential haben ein Kondensatoreffekt zustande. Dabei resultieren aufgrund der unterschiedlich großen Überlappungsflächen unterschiedliche Kapazitäten (siehe beispielsweise Figuren 3A und 3B). Dadurch läßt sich vorteilhafterweise eine weitere Variation der elektrischen Eigen-

30

35

schaften der einzelnen passiven Bauelemente in dem erfindungsgemäßen elektrischen Vielschichtbauelement erreichen. Dabei ist es möglich, daß die Überlappungsflächen zwischen den Elektroden des dritten Elektrodenstapels und den Elektroden des zweiten und ersten Elektrodenstapels ungleich groß sind (siehe beispielsweise Figuren 3A und 3B).

In erfindungsgemäßen Vielschichtbauelementen können weiterhin ein vierter und ein fünfter Elektrodenstapel aus elektrisch leitenden Elektroden vorhanden sein, die über Durchkontaktierungen mit einer vierten und fünften Lotkugel auf der Oberfläche des Grundkörpers vorhanden sind. Dabei überlappen die Elektroden des vierten Elektrodenstapels mit den Elektroden des zweiten und des fünften Elektrodenstapels (siehe beispielsweise Figuren 4A und 4B). Mittels dieser Ausführungsform lassen sich weitere besonders einfache interne Verschaltungen realisieren.

Ferner können weitere Elektrodenstapel, die mit Lotkugeln über Durchkontaktierungen verbunden sind, im Grundkörper vorhanden sein. Dadurch können weitere passive Bauelemente, beispielsweise die oben genannten Kondensatoren, Varistoren oder Termistoren im erfindungsgemäßen Vielschichtbauelement angeordnet werden, so daß besonders viele Bauelemente bei hoher Integrationsdichte auf besonders kleinem Volumen vorhanden sind.

Im erfindungsgemäßen Vielschichtbauelement können dabei günstigerweise einige der Elektroden, die unterschiedlichen Elektrodenstapel angehören, elektrisch leitend miteinander verbunden sein (siehe beispielsweise Figur 8). Mittels dieser elektrischen Verbindungen lassen sich weitere besonders einfache und vorteilhafte, auf den jeweiligen Verwendungszweck angepaßte, interne Verschaltungen im erfindungsgemäßen Vielschichtbauelement realisieren.

Weiterhin ist es besonders vorteilhaft wenn alle Lotkugeln auf derselben Hauptoberfläche des Grundkörpers eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements angeordnet sind. Dann ist es besonders einfach möglich, beispielsweise mittels Flip-Chip-Anordnung das Bauelement über die Lotkugeln mit einem Trägersubstrat zu verbinden. Die Flip-Chip-Bauweise erlaubt dabei ein besonders platzsparendes und einfaches Montieren eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements auf einem Trägersubstrat.

Ferner können die Dielektrikumsschichten vorteilhafterweise ein keramisches Material umfassen, da Elektrokeramiken besonders geeignet sind. Das keramische Material kann damit eine Varistorkeramik auf der Basis von ZnO-Bi oder ZnO-Pr umfassen. Das keramische Material kann weiterhin eine Kondensatorkeramik umfassen, die ausgewählt ist aus sogenannten NP0-Keramiken, z.B. (Sm,Pa) NiCdO<sub>3</sub>. Diese Keramiken weisen temperaturabhängige  $\epsilon_r$ -Werte auf und sind nicht ferroelektrische Keramiken. Weiterhin können auch ferroelektrische Keramiken mit hohen Dielektrizitätskonstanten, sowie dotiertes BaTiO<sub>3</sub> und sog. Sperrschichtkeramiken verwendet werden. Diese dielektrischen Keramiken werden im Buch „Keramik“ von H. Schaumburg (Hrsg.), B.G. Teubner-Verlag Stuttgart 1994 auf den Seiten 351 bis 352 und 363 beschrieben, wobei auf diese Seiten vollinhaltlich Bezug genommen wird. Darüber hinaus kann das keramische Material aus Thermistorkeramiken, NTC-Keramiken, z.B. Nickel Mangan Spinelle und Perowskite ausgewählt sein. Es können aber auch dielektrische nichtkeramische Materialien, z.B. Gläser verwendet werden.

Bei einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelements sind mindestens fünf Elektrodenstapel im Grundkörper vorhanden, wobei der Grundkörper eine Grundfläche aufweist, die kleiner als 2,5 mm<sup>2</sup> ist. Die fünf Lotkugeln zur Kontaktierung der Elektrodenstapel sind dabei auf derselben Hauptoberfläche angeordnet. Bei erfindungsgemäßen Vielschichtbauelementen mit mehr passiven integrierten Bauelementen können beispielsweise



mindestens neun Elektrodenstapel im Grundkörper vorhanden sein, wobei der Grundkörper eine Grundfläche aufweist die kleiner als  $5 \text{ mm}^2$  ist. Zur elektrischen Kontaktierung der neun Elektrodenstapel sind neun Lotkugeln auf derselben

5 Hauptoberfläche des Grundkörpers zur besonders einfachen Flip-Chip-Kontaktierung vorhanden. Wenn elf Elektrodenstapel im Grundkörper vorhanden sind, weist der Grundkörper in der Regel eine Grundfläche auf, die kleiner als  $8 \text{ mm}^2$  ist, wobei die elf Lotkugeln zur Kontaktierung der Elektrodenstapel  
10 ebenfalls auf der selben Hauptoberfläche zur Flip-Chip-Kontaktierung angeordnet sind.

Weiterhin sind bei dem erfindungsgemäßen Bauelement vorteil-  
hafterweise alle Dielektrikumschichten entweder eine Vari-  
15 stor-, Thermistor- oder Kondensatorkeramik, so daß keine Dielektrikumsschichten im Grundkörper vorhanden sind, die nicht eine dieser elektrischen Eigenschaften aufweisen.

Im folgenden soll das erfindungsgemäße Vielschichtbauelement  
20 anhand von schematischen Figuren und Ausführungsbeispielen noch näher erläutert werden.

Figur 1 zeigt ein herkömmliches Bauelement im Querschnitt.

Die Figuren 2A bis 9 zeigen verschiedene Ausführungsformen  
von erfindungsgemäßen Vielschichtbauelementen in  
der Aufsicht und im Querschnitt.

Figur 10 zeigt ein erfindungsgemäßes Vielschichtbauelement,  
30 das auf einem Trägersubstrat montiert ist.

Figur 1 zeigt ein herkömmliches keramisches Vielschichtbau-  
element, beispielsweise einem Varistor 4 im Querschnitt. Auf  
sich gegenüberliegenden Stirnflächen des Bauelements sind  
35 großflächige Kontaktschichten 2A und 2B angeordnet die im In-  
neren des Grundkörpers befindliche Elektroden 3 kontaktieren,  
wobei zwei Elektrodenstapel gebildet werden, die jeweils nur

eine Kontaktschicht kontaktieren. Aufgrund der besonders großen Kontaktflächen 2A und 2B sind im erheblichen Umfang parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten in diesem herkömmlichen Bauelement vorhanden. Weiterhin wird zur Montage dieses Bauelements auf einem Träger aufgrund der großen Kontaktflächen relativ viel Platz benötigt.

Figur 2A zeigt in der Aufsicht zwei verschiedene Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen elektrischen Vielschichtbauelements. Dabei sind in der Aufsicht die Lotkugeln 10, 15 und 20 sowie weitere Lotkugeln zu erkennen. Weiterhin sind jeweils die obersten Elektroden eingezeichnet, die in der Aufsicht zu sehen sind. Dabei ist eine erste Lotkugel 10 vorhanden, die eine erste Elektrode 10A kontaktiert. Dieser steht im Bauelement eine zweite Lotkugel 15 gegenüber, die eine zweite Elektrode 15A kontaktiert. Weiterhin ist eine dritte Lotkugel 20 vorhanden, die eine dritte Elektrode 20A elektrisch leitend kontaktiert. Darüber hinaus sind zwei weitere Elektroden 12 und 13 mit zwei weiteren Lotkugeln 12A und 13A zu erkennen, die relativ zur dritten Elektrode 20A die gleiche Position einnehmen, wie die erste und zweite Elektrode. Die Überlappungsbereiche zwischen den Elektrodenschichten, die unterschiedliche Lotkugeln kontaktieren, stellen Kondensatoren dar, so daß in der linken Aufsicht vier Kondensatoren im Bauelement vorhanden sind, während in der rechten Aufsicht dementsprechend acht Kondensatoren im Bauelement vorhanden sind.

Figur 2B zeigt einen Querschnitt durch die in Figur 2A in Aufsicht gezeigten Bauelemente entlang der mit A gekennzeichneten Linien. Dabei ist ein erster Elektrodenstapel 10B aus ersten Elektroden 10A zu erkennen, der über die Durchkontaktierungen, die Vias 6 elektrisch leitend mit der ersten Lotkugel 10 verbunden ist. Weiterhin ist ein zweiter Elektrodenstapel 15B aus den zweiten Elektroden 15A vorhanden, der elektrisch leitend mit der zweiten Lotkugel 15 verbunden ist. Der erste Elektrodenstapel 10B und der zweite Elektrodensta-

pel 15B überlappen jeweils mit den Elektroden 20A des dritten Elektrodenstapels 20B, der über eine dritte Lotkugel 20 kontaktiert wird. Wenn an den unterschiedlichen Lotkugeln unterschiedliche Potentiale angelegt werden, kommt es in den Überlappungsbereichen zwischen Elektroden unterschiedlichen Potentials zu einem Kondensatoreffekt. Wenn darüber hinaus als Material für den Grundkörper 5 eine Varistorkeramik, beispielsweise auf der Basis von Zinkoxid verwendet wird, so läßt sich mittels dieses Bauelements eine interne Anordnung eines Varistors mit einem Kondensator realisieren.

Figur 2C zeigt dabei ein Schaltbild des in Figur 2B mit einem Kreis versehenen Bereichs des Bauelements. Zu sehen ist, daß in diesem Bereich eine Parallelschaltung zwischen einem Varistor 50 und einem Kondensator 40 realisiert wird.

Figur 3A zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelements in der Aufsicht. Dabei ist analog zu Figur 2A eine Anordnung aus einer ersten 10A, einer zweiten 15A und dritten Elektrode 20A zu sehen, die jeweils unterschiedliche Lotkugeln 10, 15 und 20 kontaktieren und überlappen. Im Unterschied zu Figur 2A werden allerdings unterschiedlich große Überlappungsflächen zwischen der ersten Elektrode 10A und der dritten Elektrode 20A auf der einen Seite und zwischen der zweiten Elektrode 15A und der dritten Elektrode 20A auf der anderen Seite realisiert. Diese unterschiedlich großen Überlappungsflächen sind in der Figur mit 21 und 22 gekennzeichnet. Aufgrund der unterschiedlich großen Überlappungsflächen lassen sich damit besonders einfach unterschiedlich große Kapazitäten realisieren. In dieser Aufsicht sind insgesamt zwölf Vielschichtkondensatoren im Bauelementgrundkörper angeordnet, wobei jeweils 4 Vielschichtkondensatoren über eine gemeinsame dritte Elektrode intern miteinander verschaltet sind.

Figur 3B zeigt einen Querschnitt durch die in Figur 3A mit B bezeichneten Linie. Dabei sind die unterschiedlich großen

Überlappungsbereiche 21 und 22 zwischen den ersten Elektroden 10A und den dritten Elektroden 20A und zwischen den zweiten Elektroden 15A und den dritten Elektroden 20A deutlich zu sehen.

5

10

15

20

Figur 4A zeigt in der Aufsicht eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements. Im Gegensatz zu den bisher gezeigten Ausführungsformen kontaktiert hier die zweite Elektrode 15A abgesehen von der dritten Elektrode 20A auch noch die mit einer vierten Lotkugel 25 verbundene vierte Elektrode 25A. Weiterhin ist eine fünfte Lotkugel 30 vorhanden, die elektrisch leitend mit einer fünften Elektrode 30A verbunden ist und nur mit der vierten Elektrode 25A überlappt. Die vierte zusätzliche Elektrode überlappt also sowohl mit der zweiten, als auch mit der fünften Elektrode. Mit Hilfe dieser Anordnung lassen sich besonders einfach weitere interne Verschaltungen in erfindungsgemäßen Vielschichtbauelementen realisieren. In der Aufsicht dieses Bauelements sind insgesamt sechzehn Vielschichtkondensatoren zu erkennen, die jeweils an den Überlappungsbereichen zwischen den Elektroden unterschiedlicher Elektrodenstapel gebildet werden, wobei jeweils acht Vielschichtkondensatoren intern miteinander verschaltet sind.

30

Figur 4B zeigt einen Querschnitt durch das in Figur 4A in der Aufsicht gezeigte Bauelement entlang der mit C gekennzeichneten Linie. Die dritten Elektroden 20A können über die dritte Lotkugel 20, und die vierten Elektroden 25A über die vierte Lotkugel 25 an die Masse kontaktiert werden.

35

Figur 5A zeigt eine Aufsicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements, in dem zwei Vielschichtkondensatoren realisiert sind, die intern nicht miteinander verschaltet sind.

35

Figur 5B zeigt einen Querschnitt durch die in Figur 5A mit D gekennzeichnete Linie. Zu sehen sind erste Elektroden 10A,



die mit zweiten Elektroden 15A überlappen und jeweils mit den Lotkugeln 10 und 15 elektrisch leitend verbunden sind.

Figur 6A zeigt eine Aufsicht auf eine Ausführungsform des Vielschichtbauelements, bei der sich insgesamt acht Elektroden gegenüber stehen ohne sich zu überlappen, so daß ein Bereich 11 zwischen den Elektroden im Grundkörper vorhanden ist, der keine Elektroden aufweist. Derartige Anordnungen können beispielsweise dazu dienen, den Bauelement-Widerstand, die varistor-Spannung oder die Kapazität beliebig zu verändern.

Figur 6B zeigt dabei einen Querschnitt durch die in Figur 6A mit E gekennzeichnete Linie. Die beiden Elektrodenstapel 10B und 15B stehen sich im Grundkörper 5 gegenüber, wobei zwischen beiden Elektrodenstapeln der Bereich 11 ohne Elektroden vorhanden ist.

Figur 7A zeigt in der Aufsicht eine Anordnung aus mit Lotkugeln 10 und 15 verbundenen Elektroden 10A und 15A und sogenannten schwebenden Elektroden 60, die von keiner Lotkugel kontaktiert werden. Diese zusätzlichen Elektrodenschichten können besonders vorteilhaft für eine größere Gleichförmigkeit der elektrischen Charakteristika des Bauelements sorgen.

Figur 7B zeigt einen Querschnitt durch die in Figur 7A mit F gekennzeichnete Linie. Dabei ist zu erkennen, daß die zusätzlichen, schwebenden Elektroden 60 mit den ersten Elektroden 10A und den zweiten Elektroden 15A überlappen.

Figur 8 zeigt eine weitere, günstige Variante eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements, bei der Elektroden 20A und 80A die von unterschiedlichen Lotkugeln 20 und 80 kontaktiert werden elektrisch leitend über eine Verbindung 70 miteinander verbunden sind. Dadurch lassen sich besonders vorteilhaft weitere interne Verschaltungen in erfindungsgemäßen Bauelementen realisieren.

Figur 9 zeigt im Querschnitt eine weitere Variante eines erfindungsgemäßen Vielschichtbauelements, bei dem Elektroden 10A und 15A, die untereinander nicht überlappen, mit einer einzigen großen Elektrode 20A überlappen, die von einer Lotkugel 20 kontaktiert wird und beispielsweise an die Masse kontaktiert sein kann.

Figur 10 zeigt im Querschnitt eine Anordnung aus einem erfindungsgemäßen Bauelement 1, das über die Lotkugeln 10, 15, 20 über Anschlußflächen 90 im lichten Abstand mittels Flip-Chip-Bauweise auf ein Trägersubstrat 100 montiert ist. Die Flip-Chip-Bauweise ermöglicht eine besonders einfache, schnelle und kostengünstige Montage der erfindungsgemäßen Bauelemente, wobei diese Bauelemente direkt nebeneinander ohne größere Abstände auf dem Substrat 100 montiert werden können.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die hier dargelegten Ausführungsbeispiele. Weitere Variationen sind vor allem bezüglich der Anzahl der im Grundkörper angeordneten passiven Bauelemente und ihrer internen Verschaltungen möglich.

## Patentansprüche

1. Elektrisches Vielschichtbauelement (1),
  - dessen Funktion ausgewählt ist aus:
    - 5 - Kondensator, temperaturabhängigem Widerstand und Varistor,
    - mit einem aus übereinandergestapelten, Dielektrikums-
    - schichten aufgebauten Grundkörper (5),
    - mit mehreren im Grundkörper mit Abstand zwischen den Die-
    - lektrikumsschichten angeordneten elektrisch leitenden
    - 10 Elektrodenflächen, in denen Elektroden (10A, 15A) ausge-
    - bildet sind,
    - mit zumindest zwei Lotkugeln (10, 15) zur elektrischen
    - Kontaktierung des Bauelements, die auf der Oberfläche des
    - Grundkörpers (5) angeordnet sind,
    - 15 - wobei die Lotkugeln (10, 15) über im Grundkörper angeord-
    - nete Durchkontaktierungen (6) elektrisch leitend mit zu-
    - mindest einer Elektrode (10A, 15A) verbunden sind, so daß
    - ein erster und ein zweiter Elektrodenstapel (10B, 15B)
    - ausgebildet sind, die jeweils nur eine Lotkugel (10, 15)
    - 20 kontaktieren.
2. Vielschichtbauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,
  - bei dem mehrere, in unterschiedlichen Elektrodenflächen
  - angeordnete Elektroden (10A) in einem Elektrodenstapel
  - (10B) vorhanden sind,
  - wobei diese Elektroden (10A) mittels der im Grundkörper
  - angeordneten Durchkontaktierungen (6) untereinander elek-
  - trisch leitend verbunden sind.
- 30 3. Vielschichtbauelement (1) nach einem der vorhergehenden
- Ansprüche,
  - bei dem sich die zumindest zwei Elektrodenstapel (10B,
  - 15B) im Grundkörper (5) gegenüberstehen, wobei zwischen
  - den beiden Elektrodenstapeln ein Bereich (11) des Grund-
  - 35 körpers (5) vorhanden ist, der keine Elektroden aufweist.
4. Vielschichtbauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

- bei dem die Elektroden (10A, 15A) überlappend angeordnet sind.

5. Vielschichtbauelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem zusätzliche, elektrisch leitende Elektroden (60) im Grundkörper (5) vorhanden sind, die keine der Lotkugeln (10,15) kontaktieren.

10 6. Vielschichtbauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem die zusätzlichen Elektroden (60) mit den Elektroden (10A, 15A) des ersten (10B) und zweiten Elektrodenstapels (15B) überlappen.

15 7. Vielschichtbauelement (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,

- bei dem zumindest ein dritter Elektrodenstapel (20B) der zumindest eine zusätzlich vorhandene elektrisch leitende Elektrode (20A) umfaßt im Grundkörper (5) angeordnet ist, und über Durchkontaktierungen (6) elektrisch leitend mit einer dritten Lotkugel (20) auf der Oberfläche des Grundkörpers verbunden ist,

- wobei die zumindest eine Elektrode (20A) des dritten Elektrodenstapels (20B) mit einer Elektrode (10A, 15A) des ersten (10B) und des zweiten Elektrodenstapels (15B) überlappt.

8. Vielschichtbauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,

- wobei die Elektroden (10A, 15A) des ersten (10B) und des zweiten Elektrodenstapels (15B) nicht überlappen.

9. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8,

- bei dem der erste (10B), zweite (15B) und dritte Elektrodenstapel (20B) jeweils eine Elektrode (10A, 15A, 20A) umfassen.



10. Vielschichtbauelement nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
- bei dem die Überlappungsflächen (21, 22) zwischen den Elektroden von unterschiedlichen Paaren von Elektrodenstapeln (10B, 15B, 20B) unterschiedlich groß sind.

5

11. Vielschichtbauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,  
- bei dem die Überlappungsflächen (21, 22) zwischen dem dritten Elektrodenstapel (20B) und dem zweiten (15B) und ersten Elektrodenstapel (10B) ungleich groß sind.

10

12. Vielschichtbauelement nach einem der Ansprüche 7 bis 11,  
- bei dem ein vierter (25B) und ein fünfter Elektrodenstapel (30B) mit elektrisch leitenden Elektroden (25A, 30A) vorhanden sind, die über Durchkontaktierungen (6) jeweils mit einer vierten (25) und fünften Lotkugel (30) auf der Oberfläche des Grundkörpers (5) verbunden sind,  
- wobei die Elektroden (25A) des vierten Elektrodenstapels (25B) mit den Elektroden (15A) des zweiten Elektrodenstapels (15B) und den Elektroden (30A) des fünften Elektrodenstapels (30B) überlappen.

15

20

13. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem weitere Elektrodenstapel, die mit Lotkugeln verbunden sind im Grundkörper vorhanden sind.

14. Vielschichtbauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem zumindest einige der Elektroden (20A, 80A) von unterschiedlichen Elektrodenstapeln (20B, 80B) elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

30

15. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem alle Lotkugeln auf derselben Grundfläche des Grundkörpers angeordnet sind.

35

16. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem die Dielektrikumsschichten ein keramisches Material umfassen.

5

17. Vielschichtbauelement nach dem vorhergehenden Anspruch,

- bei dem das keramische Material eine Varistorkeramik auf der Basis von ZnO-Bi oder ZNO-Pr umfaßt.

10 18. Vielschichtbauelement nach Anspruch 16,

- bei dem das keramische Material eine Kondensatorkeramik umfaßt, die aus folgenden Materialien ausgewählt ist:
- NP0-Keramiken und dotiertes BaTiO<sub>3</sub>.

15 19. Vielschichtbauelement nach Anspruch 16,

- bei dem das keramische Material aus folgenden NTC-Keramiken ausgewählt ist:
- Nickel Mangan Spinelle und Perowskite.

20 20. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem die Dielektrikumsschichten nichtkeramisches Material umfassen, das Glas ist.

21. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- bei dem mindestens 5 Elektrodenstapel im Grundkörper vorhanden sind,
- bei dem der Grundkörper eine Grundfläche aufweist, die kleiner als 2,5 mm<sup>2</sup> ist,
- wobei fünf Lotkugeln zur Kontaktierung der Elektrodenstapel auf derselben Hauptoberfläche angeordnet sind.

30

22. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 20,

35

- bei dem mindestens 9 Elektrodenstapel im Grundkörper vorhanden sind,

- bei dem der Grundkörper eine Grundfläche aufweist, die kleiner als  $5,12 \text{ mm}^2$  ist,
- wobei 9 Lotkugeln zur Kontaktierung der Elektrodenstapel auf derselben Hauptoberfläche angeordnet sind.

5

23. Vielschichtbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 20,

- bei dem mindestens 11 Elektrodenstapel im Grundkörper vorhanden sind,

10

- bei dem der Grundkörper eine Grundfläche aufweist, die kleiner als  $8 \text{ mm}^2$  ist,
- wobei die 11 Lotkugeln zur Kontaktierung der Elektrodenstapel auf derselben Hauptoberfläche angeordnet sind.

15

24. Anordnung, ein Vielschichtbauelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche enthaltend,

- mit einem Trägersubstrat (100), welches auf seiner Oberfläche Anschlußflächen (90) zur Kontaktierung des Bauelements aufweist,

20

- wobei das Vielschichtbauelement mittels der Lotkugeln 10, 15, 20) über die Anschlußflächen (90) im lichten Abstand zum Trägersubstrat (100) in Flip-Chip-Anordnung elektrisch leitend auf dem Trägersubstrat montiert ist.

## Zusammenfassung

Es wird ein elektrisches Vielschichtbauelement (1) vorgeschlagen, das einen aus übereinandergestapelten Dielektrikumsschichten aufgebauten Grundkörper (5) aufweist. Zwischen den Dielektrikumsschichten sind elektrisch leitende Elektrodenflächen mit Abstand angeordnet in denen Elektroden (10A, 15A) ausgebildet sind. Diese Elektroden (10A, 15A) werden von zumindest zwei Lotkugeln (10, 15) zur elektrischen Kontaktierung des Bauelements elektrisch leitend kontaktiert. Ein derartiges Bauelement zeigt eine besonders hohe Integrationsdichte von passiven Bauelementen und läßt sich besonders einfach mittels Flip-Chip-Bauweise auf ein Substrat montieren.

15 Figur 5B



Fig. 1

Stand der Technik

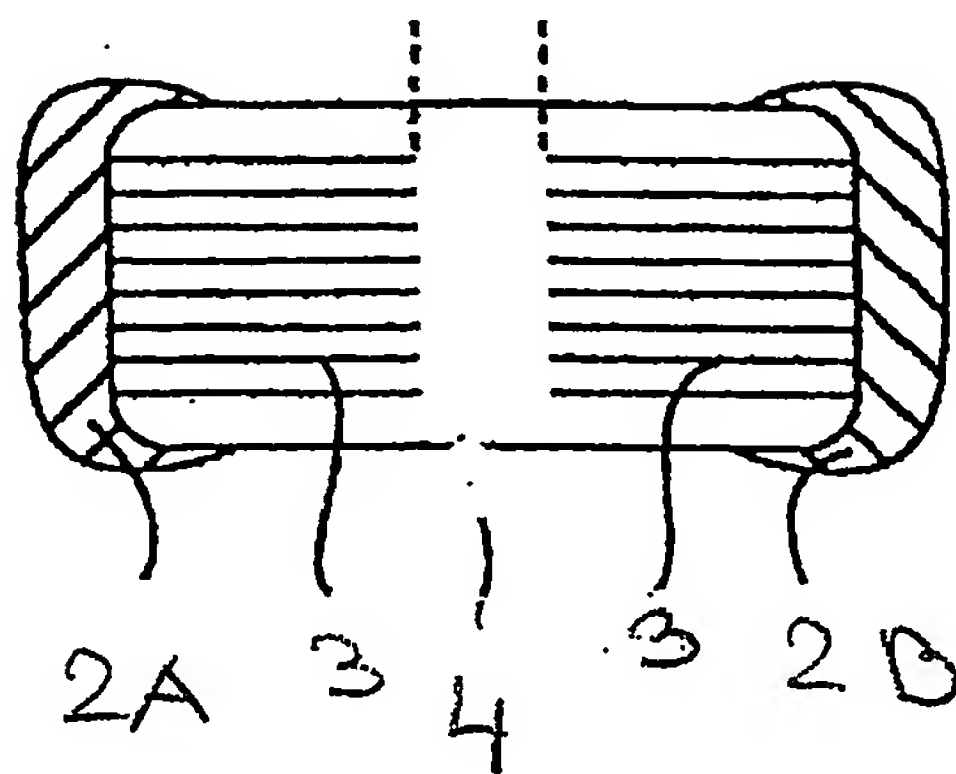


Fig. 2A

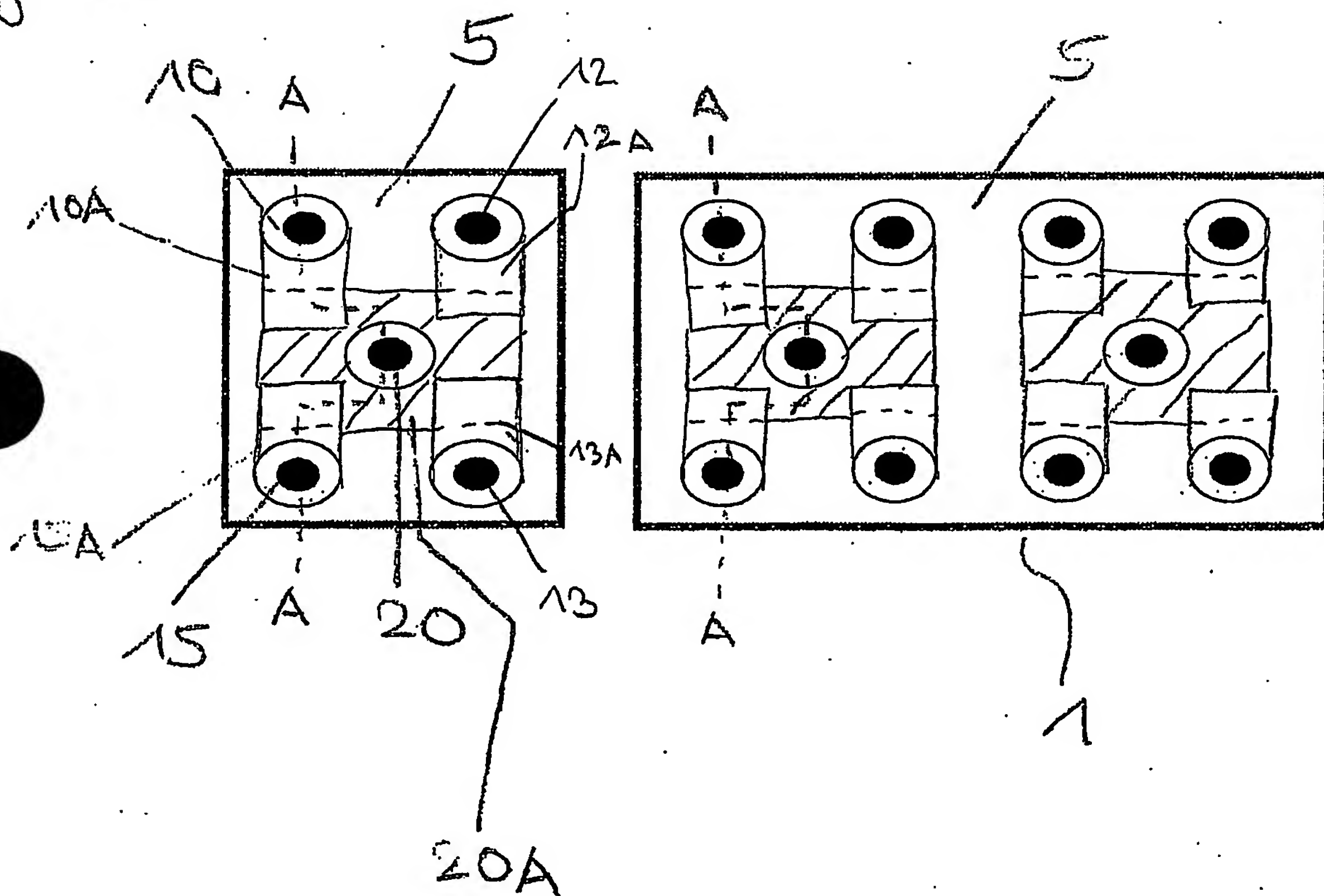


Fig. 2 B

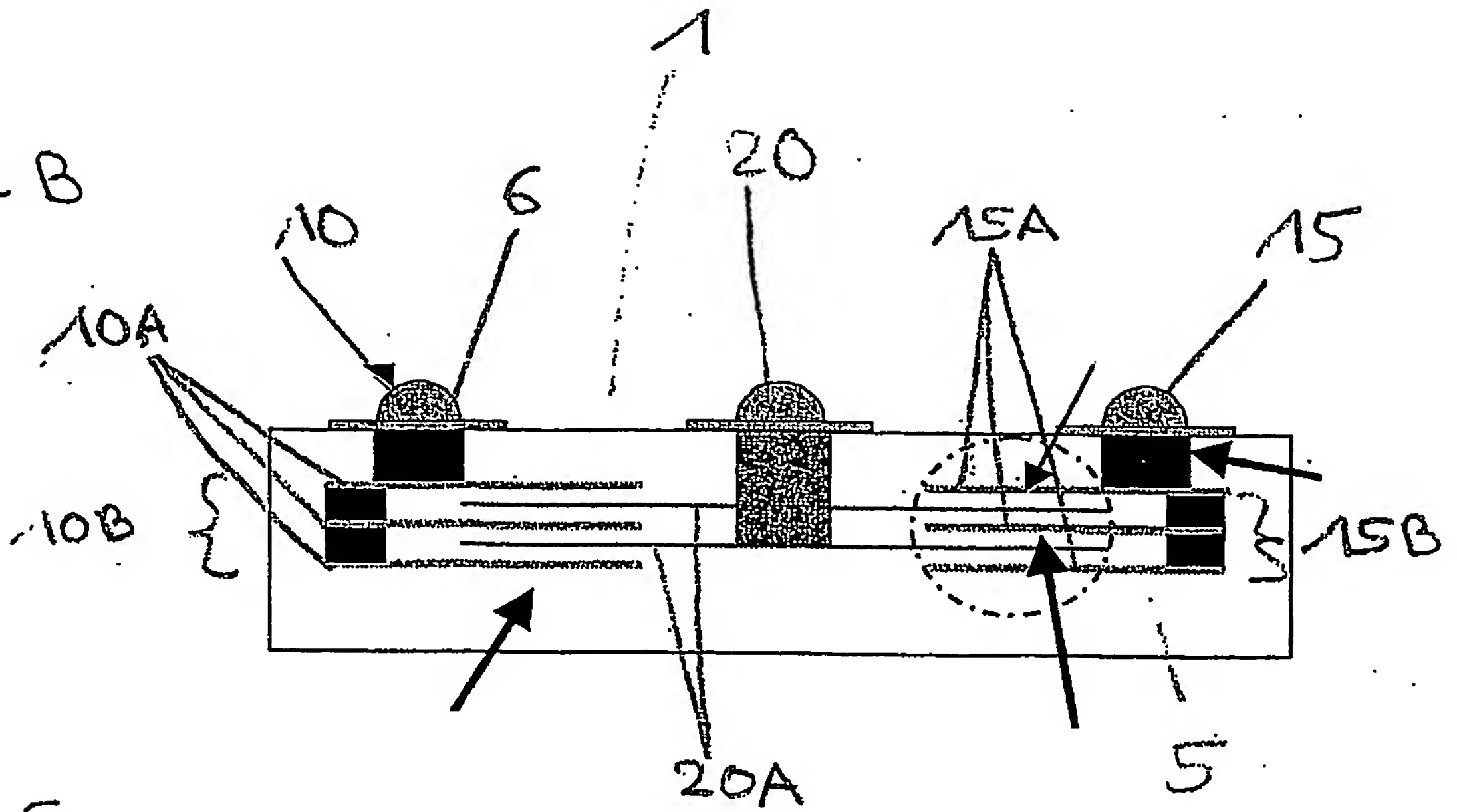


Fig. 2 C

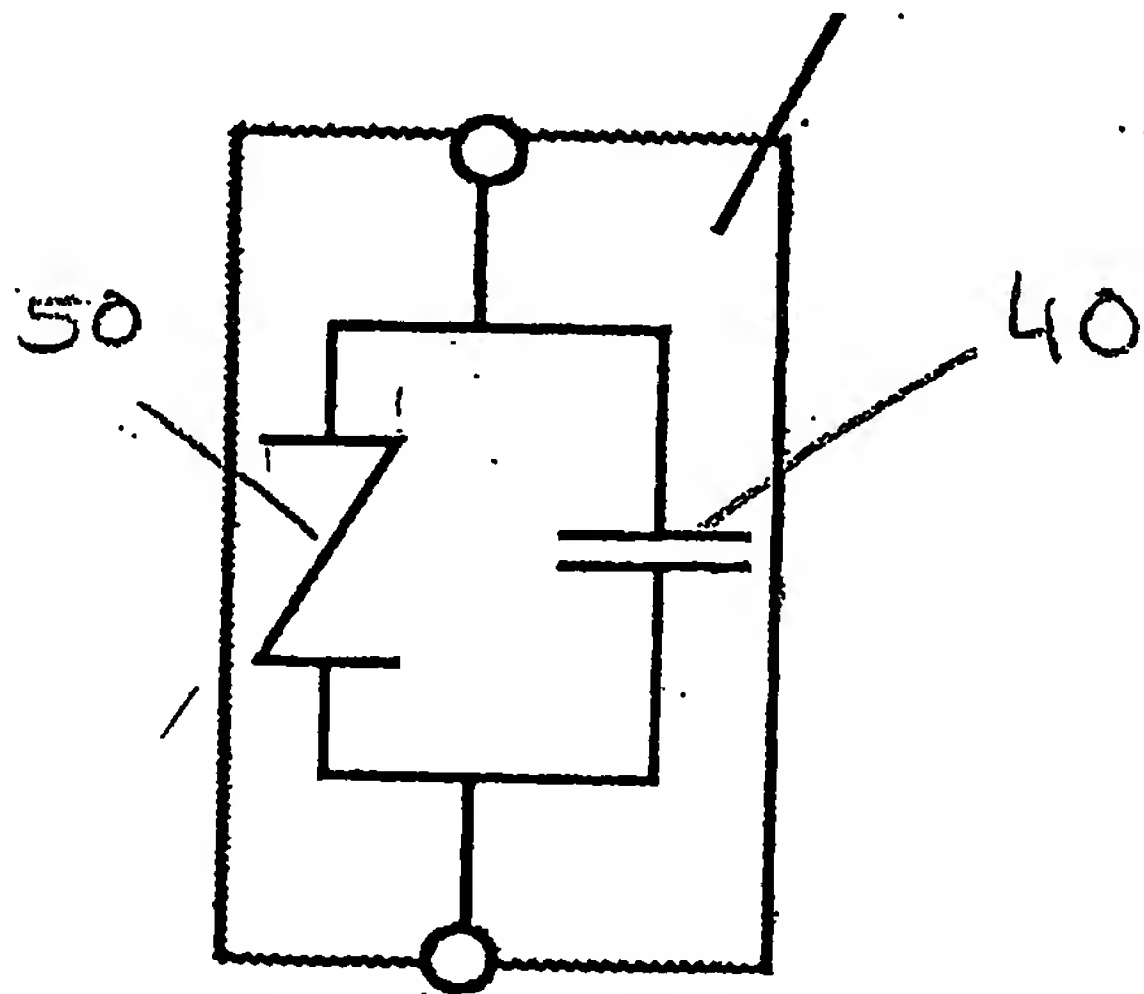


Fig. 3A

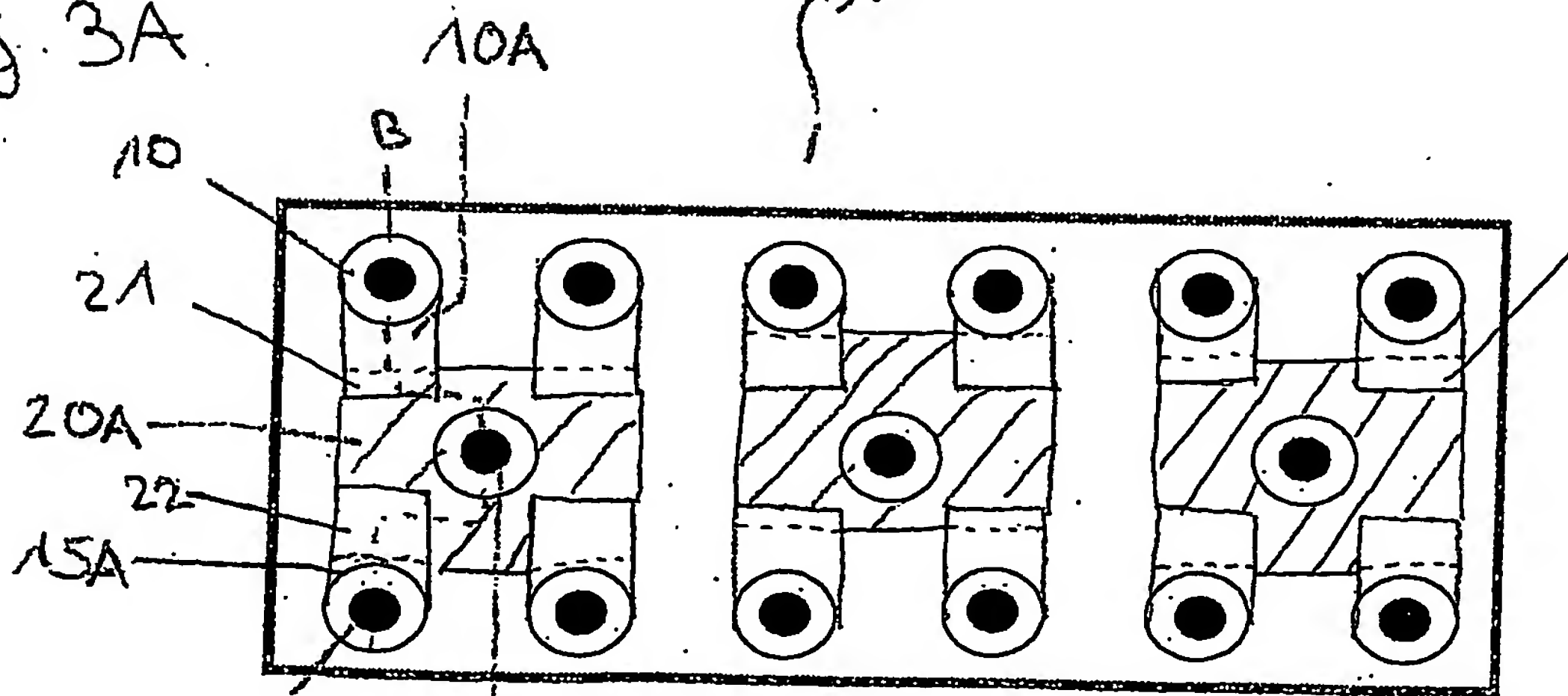


Fig. 3B:

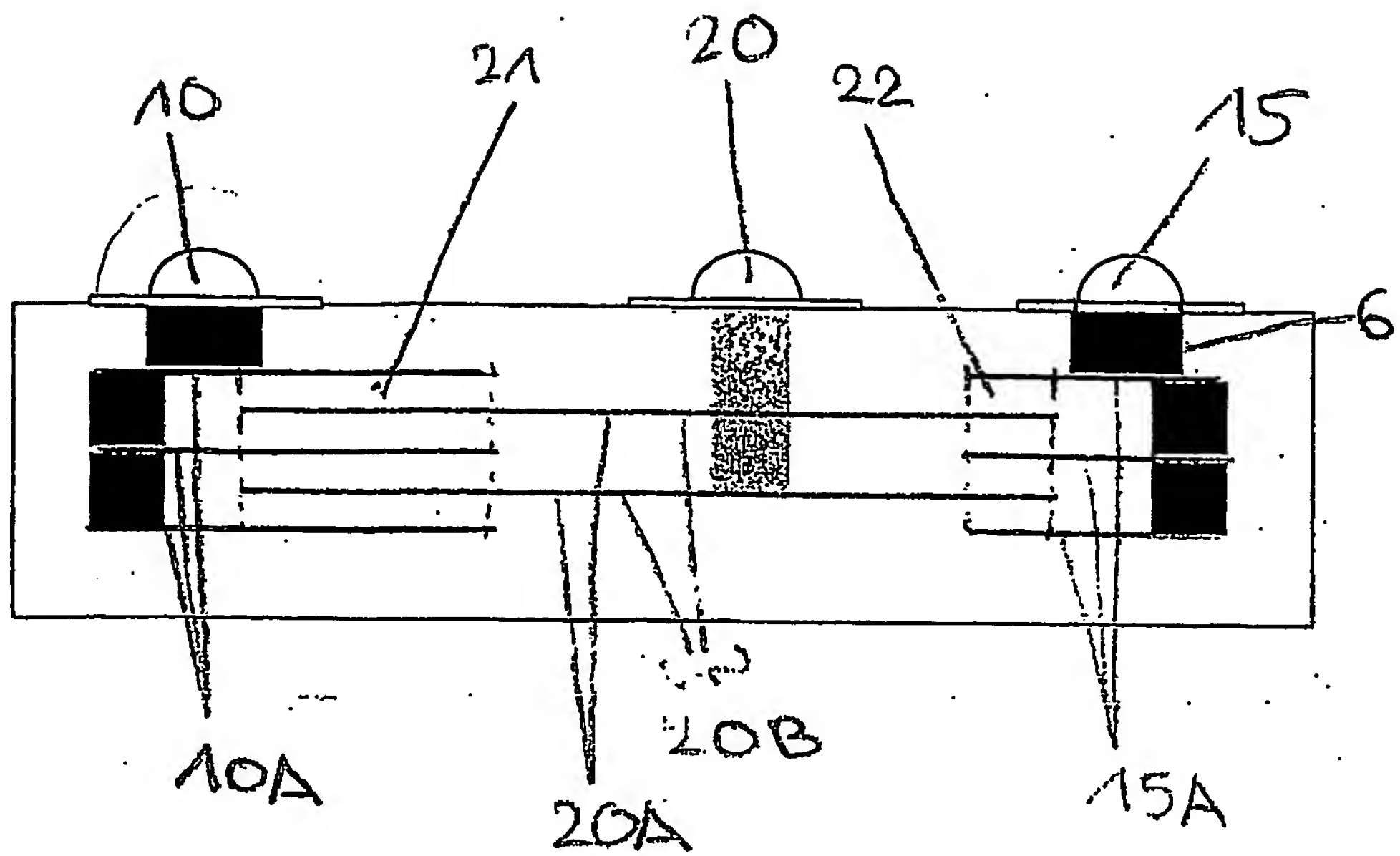


Fig. 4A:

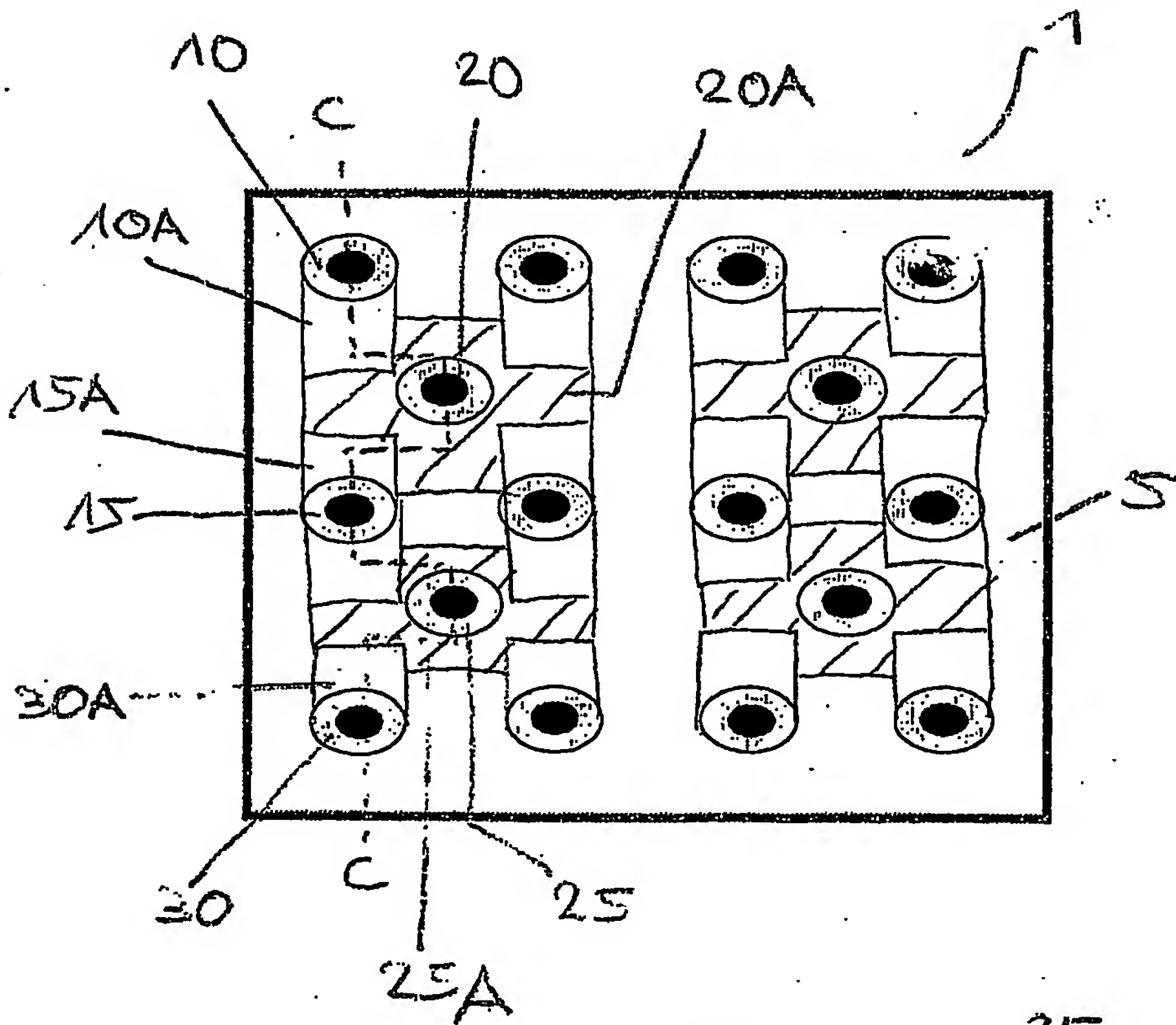


Fig. 4B:

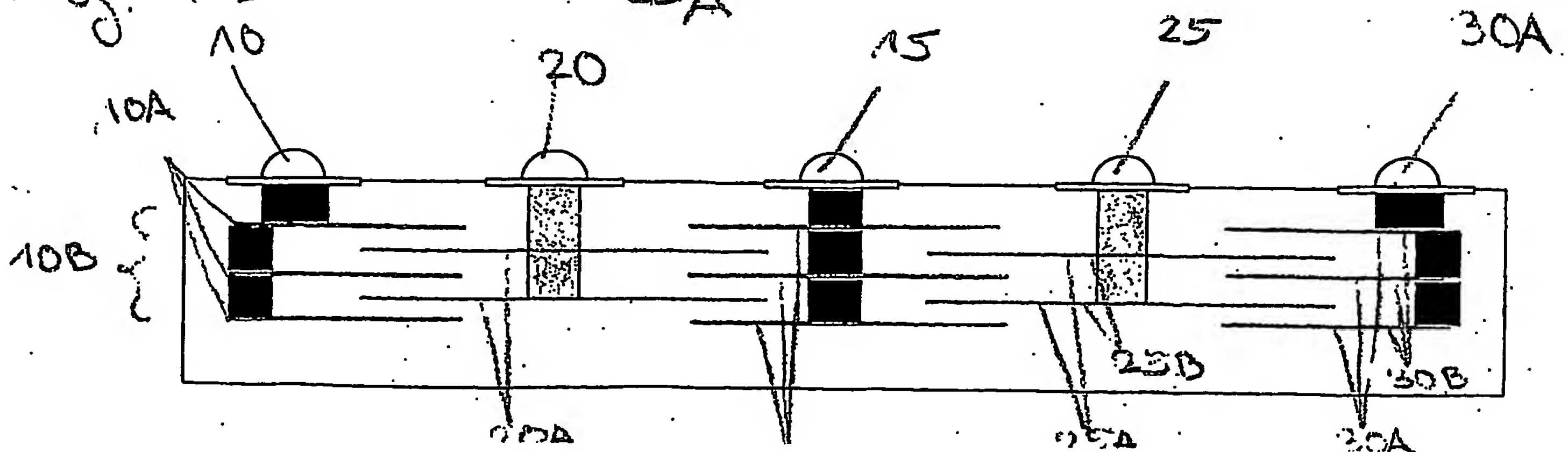


Fig 5A

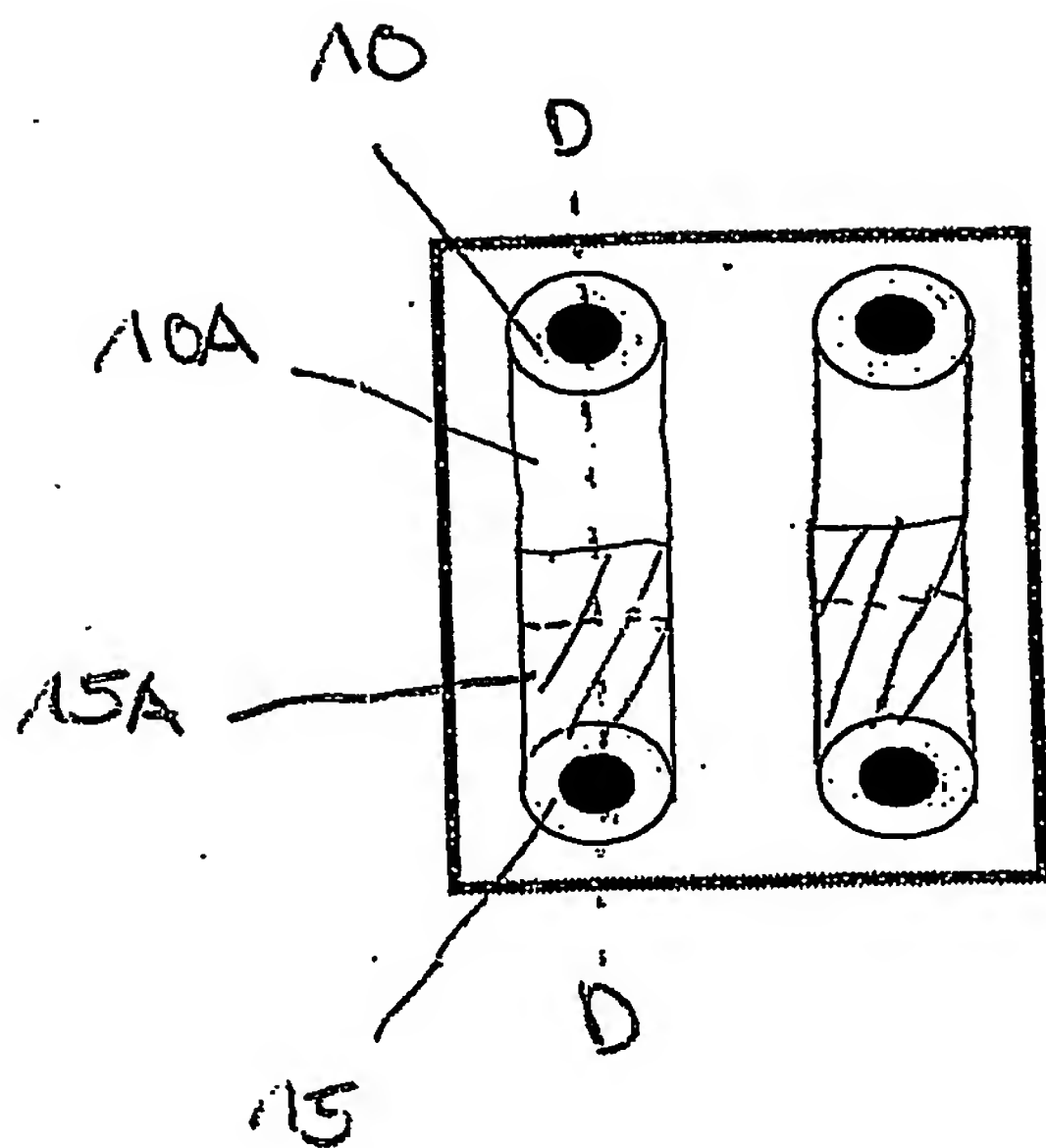


Fig 5B

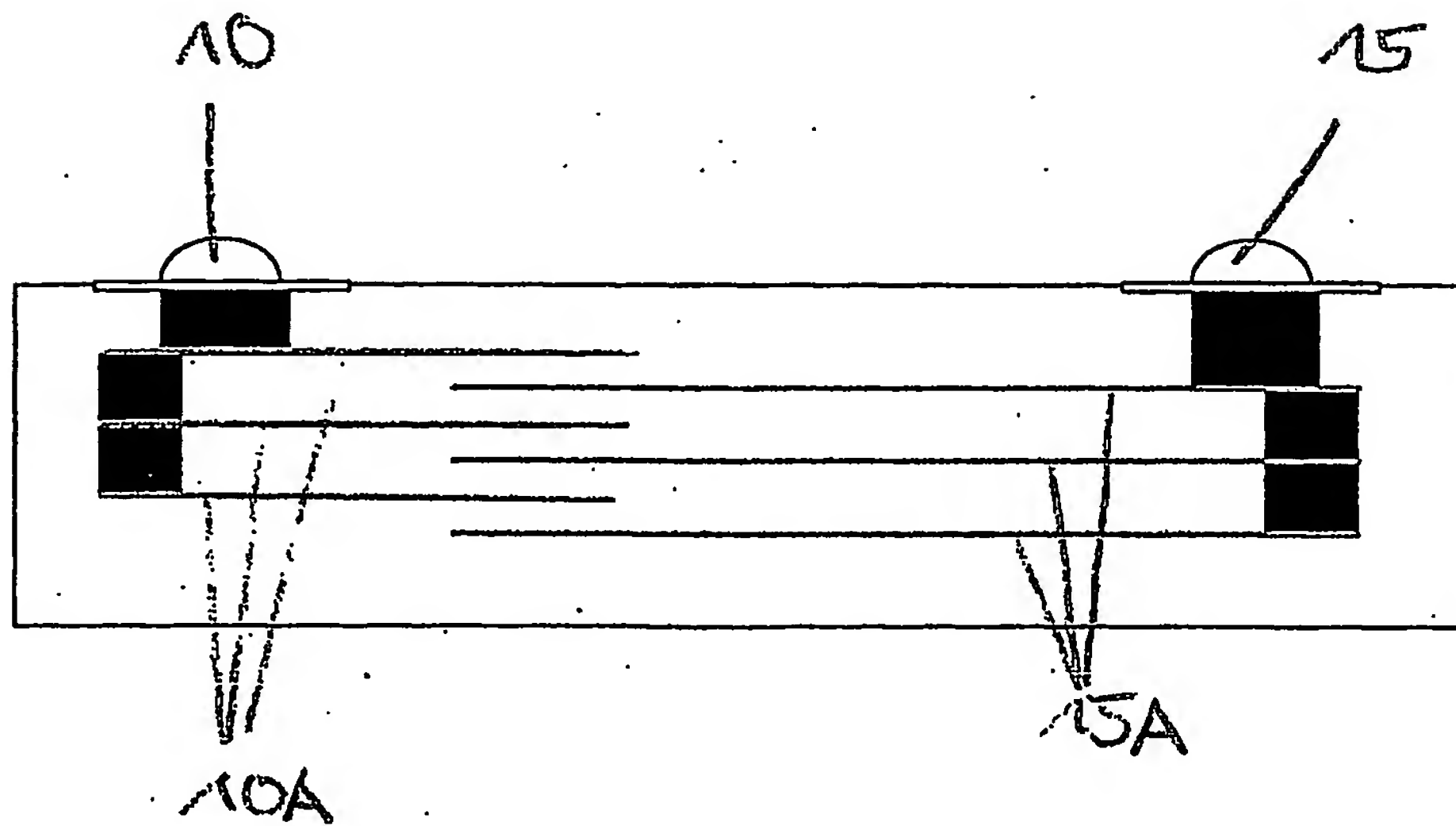


Fig 6A

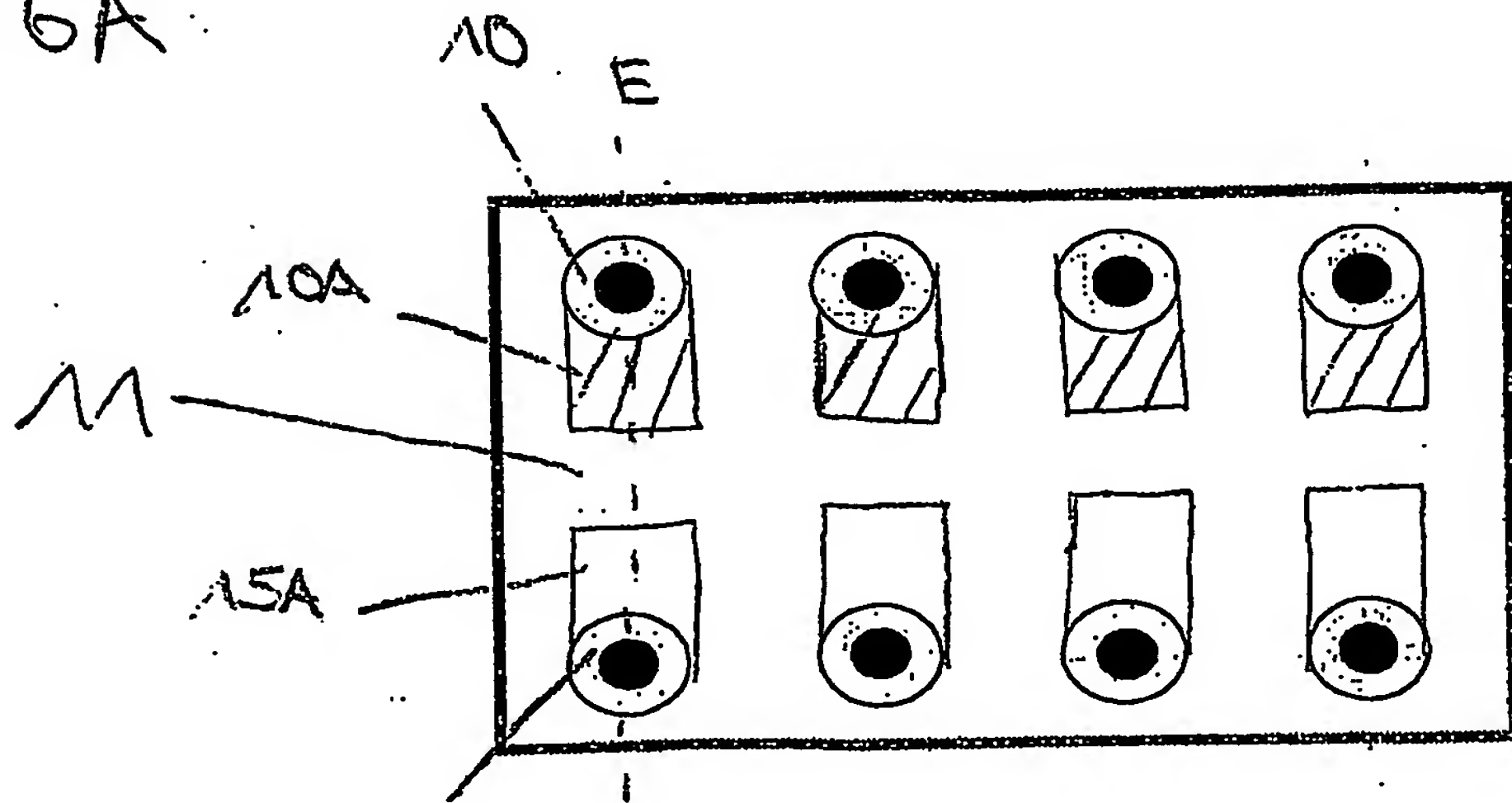




Fig. 6B

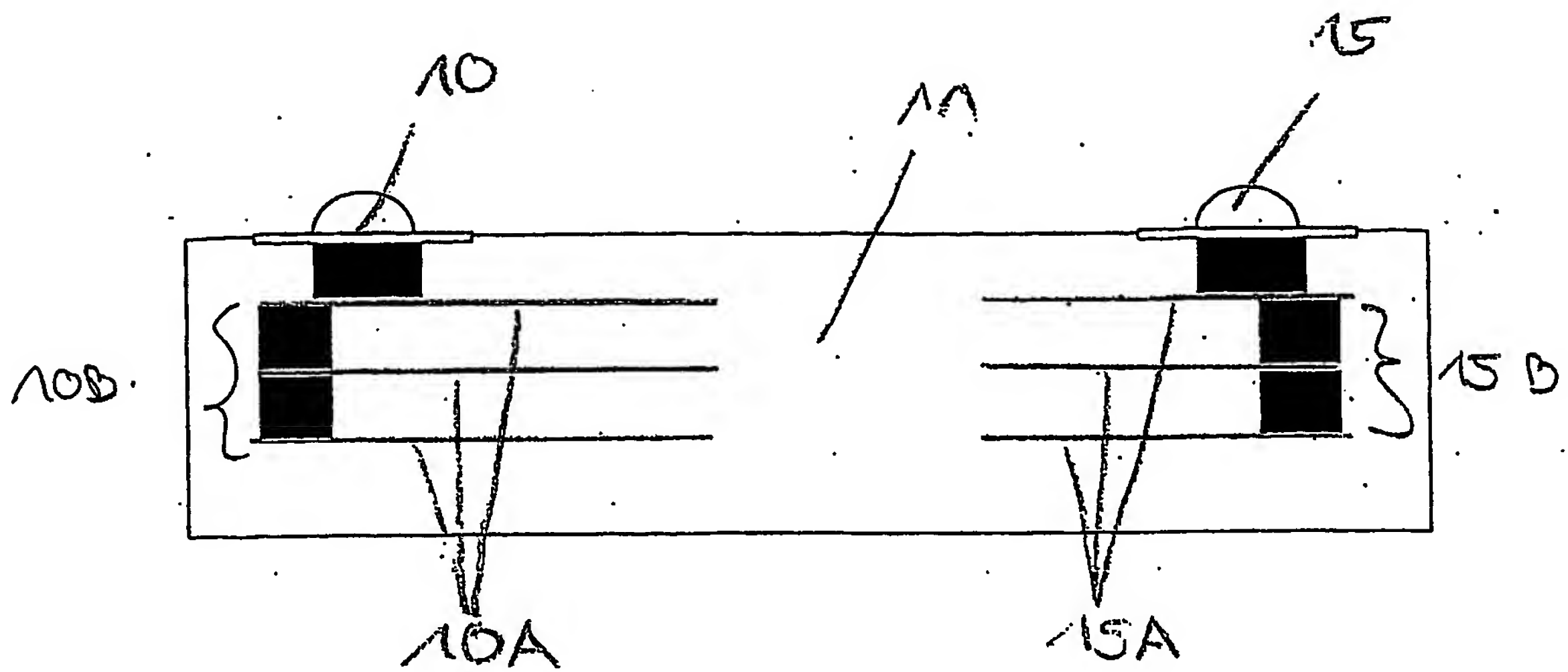


Fig. 7A

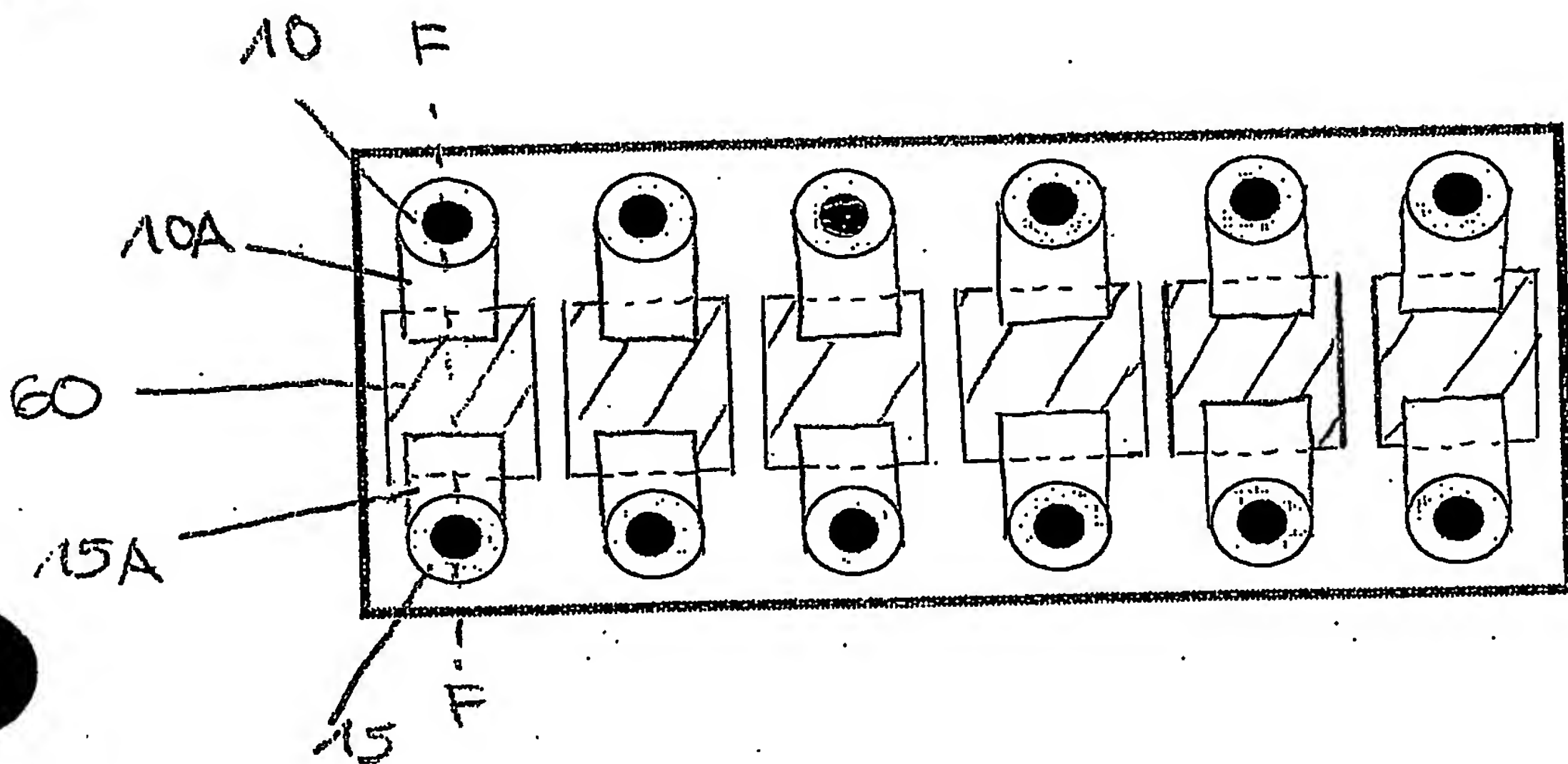


Fig. 7B

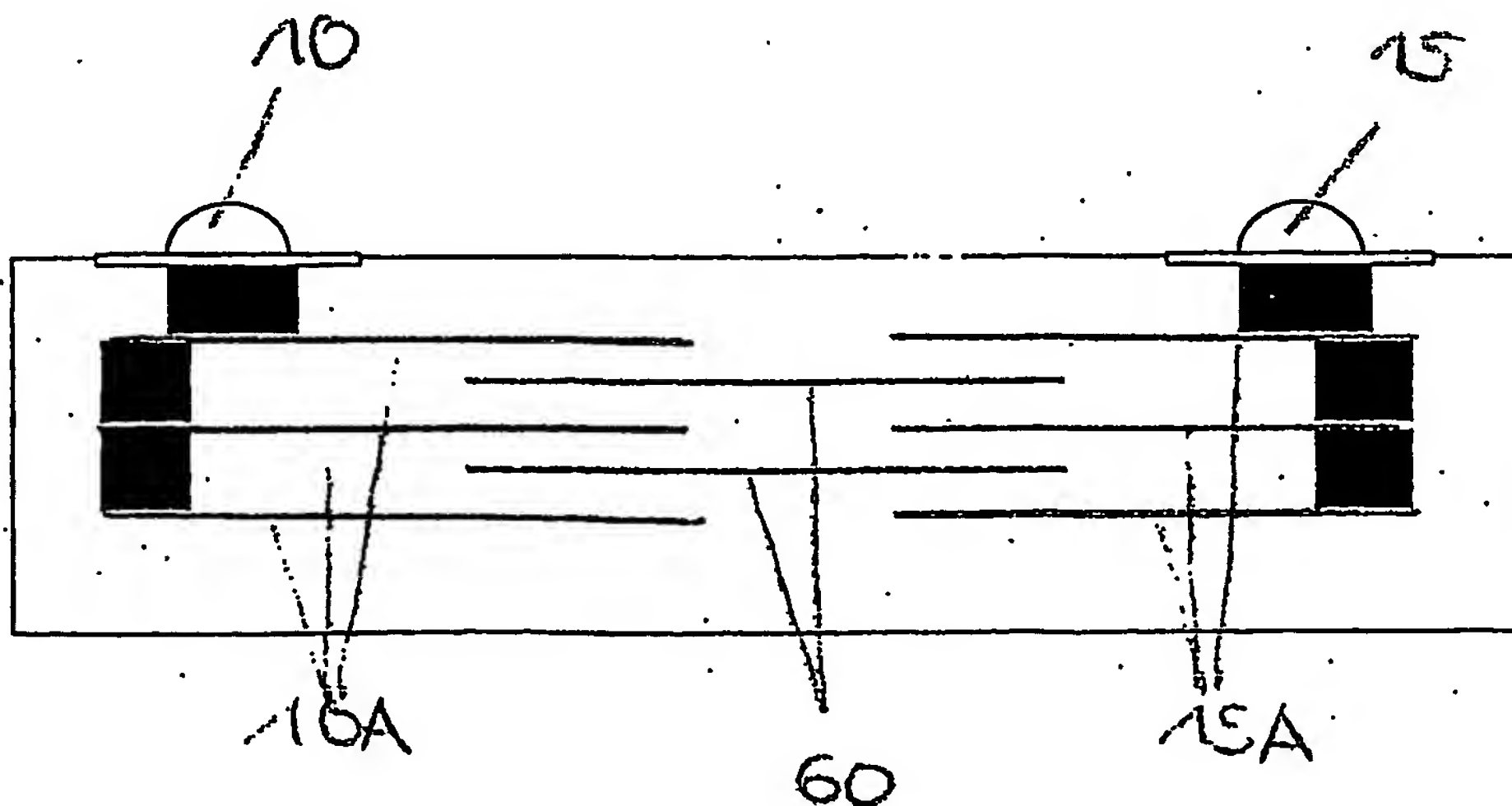


Fig. 8:

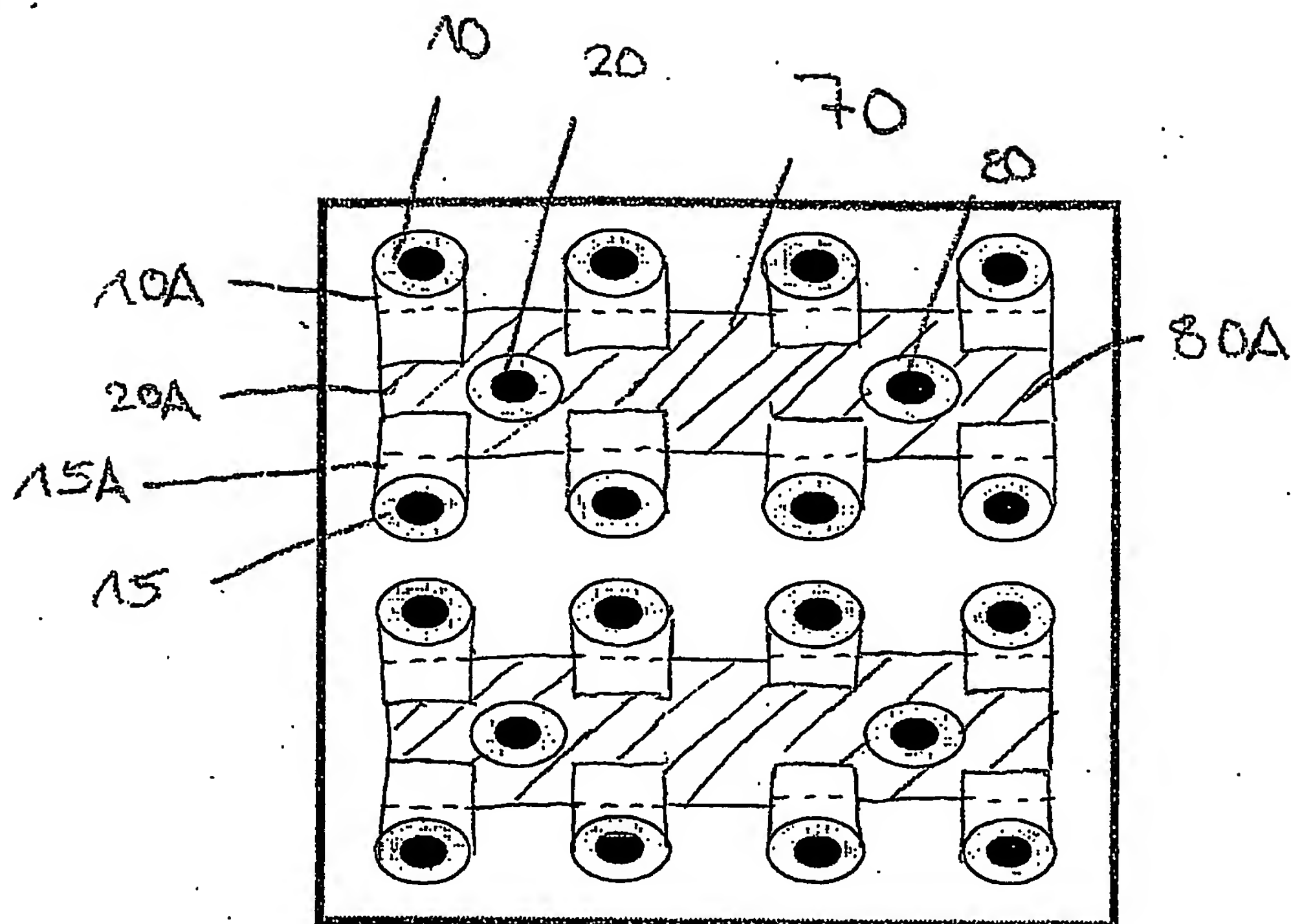


Fig. 9

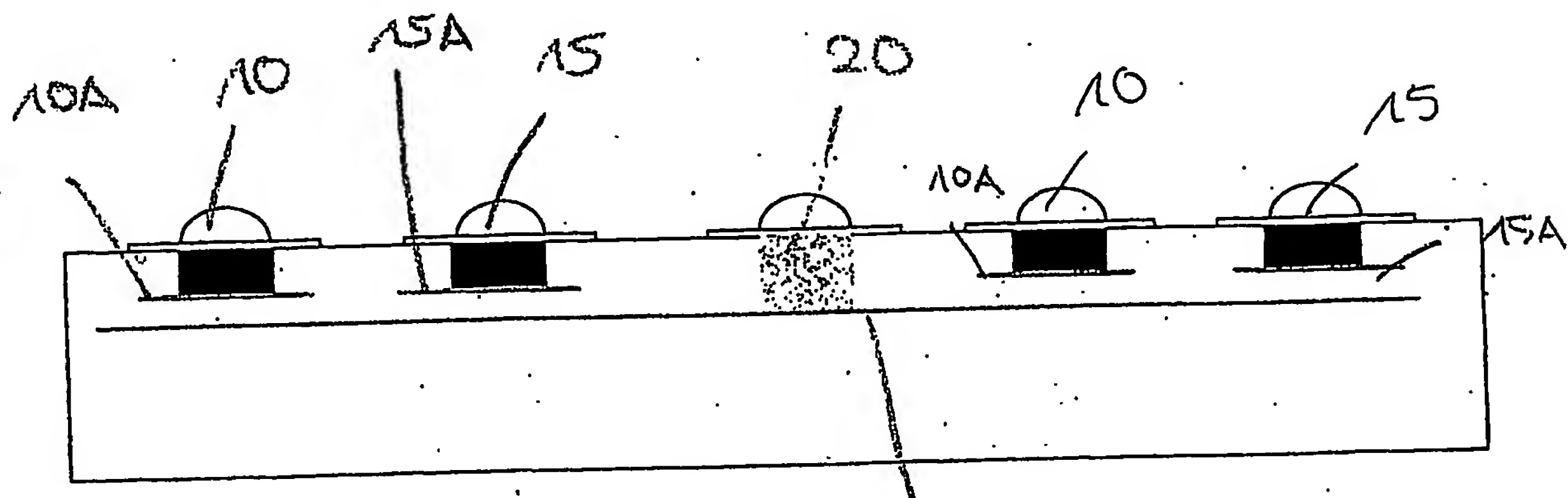
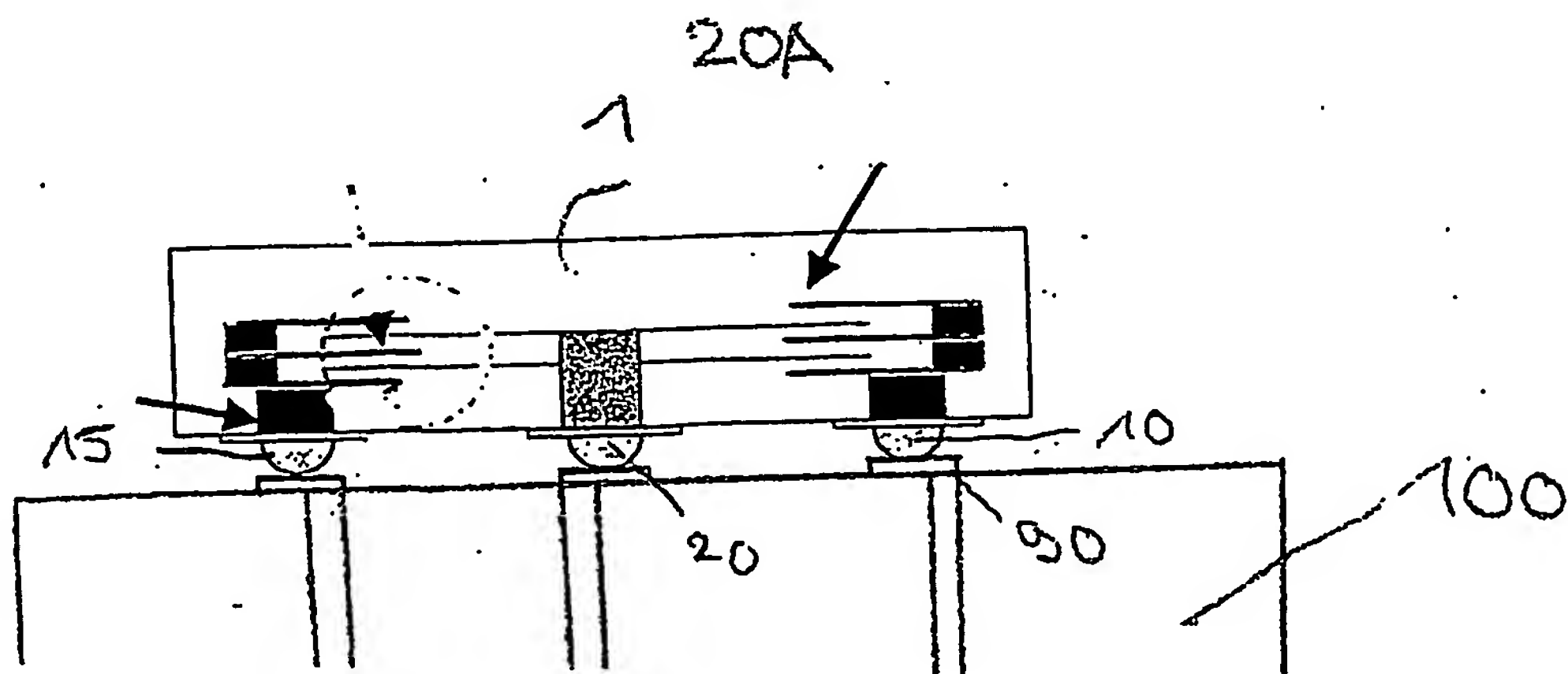


Fig. 10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**